

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013112337 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 2000-284208/200025  
XRPX Acc No: N00-213879

**Procedure for controlling passenger protection device of vehicle has  
vehicle mass, dependency between body deformation and work to be exerted  
for this plus vehicle acceleration used for computation**

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI ); HERMANN S (HERM-I)

Inventor: HERMANN S

Number of Countries: 021 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19840440	A1	20000316	DE 198040440	A	19980904	200025 B
WO 200014494	A1	20000316	WO 99DE2801	A	19990903	200025
EP 1110064	A1	20010627	EP 99955655	A	19990903	200137
			WO 99DE2801	A	19990903	
US 20010025215	A1	20010927	WO 99DE2801	A	19990903	200159
			US 2001799751	A	20010305	
KR 2001089184	A	20010929	KR 2001702874	A	20010305	200220
JP 2002524343	W	20020806	WO 99DE2801	A	19990903	200266
			JP 2000569193	A	19990903	
JP 3523595	B2	20040426	WO 99DE2801	A	19990903	200428
			JP 2000569193	A	19990903	
DE 19840440	B4	20040916	DE 198040440	A	19980904	200460

Priority Applications (No Type Date): DE 198040440 A 19980904

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19840440 A1 10 B60R-021/01

WO 200014494 A1 G G01G-019/414

Designated States (National): JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU  
MC NL PT SE

EP 1110064 A1 G G01G-019/414 Based on patent WO 200014494

Designated States (Regional): DE FR GB IT

US 20010025215 A1 B60R-021/02 Cont of application WO 99DE2801

KR 2001089184 A G01G-019/414

JP 2002524343 W 21 B60R-021/32 Based on patent WO 200014494

JP 3523595 B2 9 B60R-021/32 Previous Publ. patent JP 200224343

Based on patent WO 200014494

DE 19840440 B4 B60R-021/01

Abstract (Basic): DE 19840440 A1

NOVELTY - A procedure for controlling a passenger protection device  
of a vehicle has the vehicle mass made available as a computer  
parameter.

DETAILED DESCRIPTION - A dependency between a body deformation and  
the work to be exerted for this is made available. The vehicle  
acceleration is incorporated. The passenger protection device is  
controlled according to the vehicle mass, the work and the  
acceleration. The actual body deformation is determined according to  
the acceleration, the work and the vehicle mass. The actual body  
deformation is derived from an equation. The device is controlled  
according to the actual body deformation or a parameter derived from

it. The crash speed is determined according to the acceleration, the work and the vehicle mass.

USE - For controlling a passenger protection device of a vehicle.

ADVANTAGE - No need for a deformation sensor.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a block diagram of the control procedure

acceleration sensor (1)

processor (2)

protection device (3)

arithmetic unit (21)

memory (22)

pp; 10 DwgNo 1/4

Title Terms: PROCEDURE; CONTROL; PASSENGER; PROTECT; DEVICE; VEHICLE;  
VEHICLE; MASS; DEPEND; BODY; DEFORM; WORK; EXERT; PLUS; VEHICLE;  
ACCELERATE; COMPUTATION

Derwent Class: Q17; X22

International Patent Class (Main): B60R-021/01; B60R-021/02; B60R-021/32;  
G01G-019/414

International Patent Class (Additional): B60R-021/00; B60R-022/46;  
G01P-015/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-J03B1; X22-J07; X22-X06

?



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) **DE 198 40 440 B4** 2004.09.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 40 440.9**  
(22) Anmeldetag: **04.09.1998**  
(43) Offenlegungstag: **16.03.2000**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.09.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B60R 21/01**

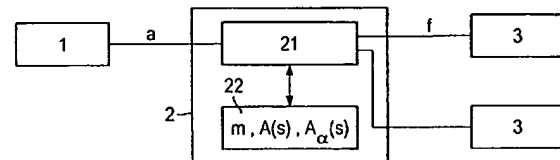
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**  
(72) Erfinder:  
**Hermann, Stefan, 93096 Köfering, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 197 24 101 A1**  
**DE 44 09 711 A1**  
**DE 42 12 421 A1**  
**DE 41 12 579 A1**  
**DE 39 24 507 A1**  
**EP 01 56 930 A1**  
**WO 90 03 040 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeugs,  
bei dem die Fahrzeugmasse ( $m$ ) als Rechengröße bereitgestellt wird,  
bei dem eine Abhängigkeit zwischen einer Karosserieverformung ( $s$ ) und der dafür zu leistenden Arbeit ( $A(s)$ ) bereitgestellt wird,  
bei dem die Fahrzeugbeschleunigung ( $a$ ) aufgenommen wird, und bei dem das Insassenschutzmittel (3) abhängig von der Fahrzeugmasse ( $m$ ), der Arbeit ( $A(s)$ ) und der Beschleunigung ( $a$ ) gesteuert wird, und  
bei dem die tatsächliche Karosserieverformung ( $s$ ) abhängig von der Beschleunigung ( $a$ ), der Arbeit ( $A$ ) und der Fahrzeugmasse ( $m$ ) ermittelt wird.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeugs.

### Stand der Technik

[0002] Eine bekannte Vorrichtung (EP 0 156 930 A1) weist einen Beschleunigungssensor, einen Integrator und einen Schwellwertschalter sowie ein dem Insassenschutzmittel zugeordnetes Zündelement auf. Bei einem Aufprall des Fahrzeugs auf ein Hindernis wird die gemessene Beschleunigung, die bei einem Frontaufprall als Verzögerung gewöhnlich ein negatives Vorzeichen aufweist, integriert. Die integrierte Beschleunigung als Größe für den Geschwindigkeitsabbau wird mit einem Schwellwert verglichen. Bei Überschreiten des Schwellwerts durch die integrierte Beschleunigung wird das Zündelement gezündet.

[0003] Bei einer weiteren bekannten Vorrichtung (WO 90/03040-A) ist ein als mechanischer Verformungssensor ausgebildeter sogenannter Crashsensor in der Knautschzone des Fahrzeugs angeordnet. Der Abstand zwischen Crashsensor und Stoßstange bzw. Aufprallort ist dabei so bemessen, daß bei einer Verformung der Fahrzeugkarosserie ausgehend von der Stoßstange bzw. dem Aufprallort bis hin zum Befestigungsort des Crashsensors dieser mitverformt wird und das Insassenschutzmittel auslöst.

[0004] Die Anordnung eines solchen Crashsensors in der Knautschzone des Fahrzeugs bringt einen erheblichen Verkabelungsaufwand mit sich. Die Leitungen vom und zum Crashsensor sind aufgrund ihrer exponierten Führung überdies unterbrechungs- und kurzschlußgefährdet.

[0005] Bei einem bekannten Verfahren zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeuges (DE 197 24 101 A1) wird die Fahrzeugmasse und eine Abhängigkeit zwischen einer Karosserieverformung und der dafür zu leistenden Arbeit bereitgestellt (siehe Fig. 1 und deren Beschreibung) und die Fahrzeugbeschleunigung aufgenommen. Das Insassenschutzmittel wird dann abhängig von diesen Größen gesteuert (siehe Fig. 2 und 4).

[0006] Ebenso ist es bekannt (DE 44 09 711 A1), ein Insassenschutzmittel in Abhängigkeit von der Beschleunigung und der Fahrzeugmasse zu steuern (siehe Anspruch 1 und 3). Weiterhin sind Verfahren und Vorrichtungen bekannt (DE 42 12 421 A1, DE 39 24 507 A1 und DE 41 12 579 A1), bei denen das Insassenschutzmittel in Abhängigkeit von der gemessenen Beschleunigung und einem bereitgestellten Zusammenhang zwischen der Karosserieverformung und der dafür zu leistenden Arbeit gesteuert wird.

### Aufgabenstellung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines Insassenschutzmittels in einem Fahrzeug anzugeben, das ohne Verwendung eines Deformationssensors dennoch ein rechtzeitiges Auslösen des Insassenschutzmittels erlaubt.

[0008] Der das Verfahren betreffende Teil der Erfindungsaufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, der die Vorrichtung betreffende Teil der Erfindungsaufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 17.

[0009] Fast alle erfindungsgemäßen Merkmale und vorteilhaften Weiterbildungen sind im wesentlichen als Verfahrensschritte beschrieben. Die Recheneinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dabei derart ausgebildet, diese Verfahrensschritte durchzuführen. Damit sind die Weiterbildungen auch als vorrichtungszugehörig offenbart.

[0010] Die Vorrichtung weist dabei einen Prozessor auf, der zumindest einen Speicher und eine Recheneinheit enthält. Gewöhnlich vor Inbetriebnahme des Insassenschutzsystems im Fahrzeug werden erforderliche Daten als Grundlage für aufprallverursachte Karosserieverformungsberechnungen in dem Speicher gespeichert. So wird die Fahrzeugmasse als Rechengröße vom Speicher bereitgestellt, wie auch eine Abhängigkeit zwischen einer Karosserieverformung und der dafür zu leistenden Arbeit. Diese Größen sind fahrzeugspezifische Größen. Ist die erfindungsgemäße Vorrichtung für den Betrieb in unterschiedlichen Fahrzeugtypen, z.B. in Typ A und Typ B vorgesehen, so ist bei der für Typ A vorgesehenen Vorrichtung die Fahrzeugmasse von Fahrzeugtyp A im Speicher abzulegen, bei der für Typ B vorgesehenen Vorrichtung die Fahrzeugmasse von Fahrzeugtyp B. Gleiches gilt für die Abhängigkeiten zwischen Karosserieverformung und dafür aufzuwendender Arbeit.

[0011] Als Größe für die Fahrzeugmasse kann die bloße Fahrzeugmasse verwendet werden, es kann aber auch die bloße Fahrzeugmasse zuzüglich einer den Fahrzeugbetrieb kennzeichnenden durchschnittlichen Zuladung (Insassen plus Gepäck) als Größe im Speicher abgelegt werden. Natürlich wird auch das Abspeichern von masseabhängigen Größen wie der Gewichtskraft unter Schutz gestellt.

[0012] Die Abhängigkeit zwischen Karosserieverformung und dafür aufzuwendender Arbeit wird vor Inbetriebnahme des Insassenschutzsystems vorzugsweise durch Crashversuche ermittelt. Dabei wird ein Aufprall-

hindernis in die Karosserie eines Fahrzeugs getrieben. Als Karosserieverformung wird dabei gewöhnlich der zurückgelegte Weg des Hindernisses in der Karosserie ab Aufprallort bezeichnet. Es kann aber auch eine virtuelle Wegstrecke als Karosserieverformung definiert werden, die daran festgemacht wird, daß z.B. ein erreichter festgelegter Verformungsgrad an einem Ort in der Knautschzone die Wegstrecke zwischen diesem Ort und dem Aufprallort als Karosserieverformung festlegt. Wird also das Hindernis in einem Crashtest frontal – d.h. mittig von vorne – in das Fahrzeug getrieben, so läßt sich vorzugsweise die Kraft  $F$ , mit der das Hindernis in die Fahrzeugknautschzone eindringt, über der zurückgelegten Eindringtiefe – also der Karosserieverformung, die im folgenden mit dem Wegkürzel  $s$  bezeichnet wird – aufzeichnen. Dabei ist die für die Karosserieverformung aufgewendete Kraft keineswegs linear: Ein Quetschen des Kühlers ist beispielsweise weit weniger kraftaufwendig als ein Verrücken des Motors.

[0013] Wird der Kraftverlauf durch eine Crashtest ermittelt, bei dem das Fahrzeug mit einer bestimmten Aufprallgeschwindigkeit gegen ein Hindernis gefahren wird, so sollte dabei die Aufprallgeschwindigkeit derart hoch ausgebildet sein, daß eine möglichst große Karosserieverformung erzielt wird und damit ein möglichst großer Wertebereich für die Karosserieverformung zur Verfügung steht. Die dabei ggf. mangelhafte Auflösung im Kraftsignal kann z.B. durch einen weiteren Aufprall mit einer langsamen Aufprallgeschwindigkeit erhöht werden, der in einem begrenzten Wertebereich der Karosserieverformung ein hochaufgelöstes Kraftsignal liefert. Durch Extrapolation dieser „Low-Speed“-Crashtestergebnisse auf die „High-Speed“-Crashtestergebnisse kann ein im gesamten Wertebereich der Karosserieverformung hochaufgelöstes, verformungsabhängiger Kraftverlauf gewonnen werden.

[0014] Durch Integration des ermittelten Kraftverlaufs  $F(s)$  über die Karosserieverformung  $s$  erhält man die für jede Karosserieverformung erforderliche Arbeit  $A(s)$ . Die zugehörige Gleichung lautet:

$$A(s) = \int_0^s F(s) ds$$

[0015] Diese Abhängigkeit zwischen Karosserieverformung  $s$  und dafür zu leistender Arbeit  $A(s)$ , die fahrzeugtyp- und insbesondere karosseriestrukturabhängig ist, wird als Kennlinie oder als Polynom im Speicher abgelegt. Es wird deshalb im folgenden auch zeitweise von der Arbeitskurve anstelle von der Arbeit gesprochen.

[0016] Die Vorrichtung enthält ferner einen Beschleunigungssensor zum Aufnehmen der Fahrzeugbeschleunigung  $a$ . Der Beschleunigungssensor liefert gewöhnlich ein beschleunigungsproportionales Beschleunigungssignal für seine Empfindlichkeitsrichtung. Dabei weist der Beschleunigungssensor gewöhnlich eine seismische Masse auf. Das Meßprinzip kann z.B. piezoresistiv, piezoelektrisch oder kapazitiv ausgebildet sein. Die Empfindlichkeitsachse des Beschleunigungssensors ist vorzugsweise in die Richtung ausgerichtet, die Aufprallrichtung für die im Vorfeld getätigten Crashversuche zur Ermittlung der Arbeits-/Karosserieverformungskurve war. Vorzugsweise dient das Insassenschutzsystem zum Auslösen von Insassenschutzmitteln bei einem Frontaufprall: Dann wird die Arbeitskurve durch frontale Crashversuche ermittelt; dann ist auch der Beschleunigungssensor zur Aufnahme von frontalen Crashes ausgebildet und seine Empfindlichkeitsachse parallel zur Fahrzeuglängsachse ausgerichtet.

[0017] Bei einem Aufprall kann nun alleine durch Messung der Beschleunigung und mit Hilfe der abgespeicherten Daten das Insassenschutzmittel wirksam gesteuert werden.

[0018] Zu jedem Zeitpunkt wird dabei die Karosserieverformung im Fahrzeug ab dem Aufprallort, also bei einem Frontaufprall insbesondere ab der Stoßstange ermittelt werden.

[0019] Da die Kraft  $F$  zum Eindringen in die Fahrzeugkarosserie gleichzusetzen ist mit der dafür erforderlichen Beschleunigung  $a$  multipliziert mit der Fahrzeugmasse  $m$ , ergibt sich folgende Gleichung (1):

$$A(s) = \int_0^s m \cdot a(s) ds$$

[0020] Mit der gemessenen Beschleunigung  $a$ , der gespeicherten Fahrzeugmasse  $m$  und der gespeicherten Arbeitskurve  $A(s)$  für diverse Karosserieverformungen  $s$  kann die Differentialgleichung unter Zuhilfenahme bekannter Lösungssysteme für Differentialgleichungen zu jedem Zeitpunkt während eines Unfalls nach der tatsächlich vorliegenden Karosserieverformung  $s$  aufgelöst werden.

[0021] Vom Schutz mitefaßt sind natürlich auch Ausbildungsformen der Erfindung, bei denen nicht die Masse und die Arbeitskurve explizit im Speicher abgelegt sind, sondern z.B. eine auf die Masse  $m$  bezogene Arbeitskurve, oder ein Beschleunigungspolynom, zusammenfassend also Größen, die sich durch mathematische Umformungen der voranstehenden Gleichungen ergeben und infolgedessen andere Größen als die Masse und die Arbeitskurve zur Abspeicherung vorsehen.

[0022] Das Insassenschutzmittel, beispielsweise ein Airbag oder ein Gurtstraffer, wird nun abhängig von der tatsächlichen Karosserieverformung oder einer daraus abgeleiteten Größe gesteuert und gegebenenfalls auch

ausgelöst.

[0023] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ohne Bereitstellen eines als Crashsensor ausgebildeten Positionssensors in der Knauschkzone – dafür nur unter Zuhilfenahme eines Beschleunigungssensors – zu jedem Zeitpunkt die Eindringtiefe des Hindernisses festgestellt werden. Diese Karosserieverformung stellt eine für das Auslösen des Insassenschutzmittels bedeutende Größe dar, da daraus eine unmittelbare Gefährdung des Insassen durch den eindringenden Gegenstand abgeleitet werden kann. Dieses Ergebnis ist insbesondere außergewöhnlich, da weder aus der aufgenommenen Beschleunigung noch durch doppelte Integration der Beschleunigung alleine auf die Karosserieverformung rückgeschlossen werden kann, da sich die Karosserieverformung mathematisch ableitet aus der Gleichung

$$s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + \int_0^t \int_0^t a(t) dt^2$$

[0024] Zwar ist so Null zu setzen, da gewöhnlich keine Vorabverformung vorliegt. Die Beschleunigung  $a$  wird gemessen. Jedoch ist die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$ , mit der das Fahrzeug auf das Hindernis trifft, nicht bekannt. Damit läßt sich die Karosserieverformung erfindungsgemäß nur aus der gemessenen Beschleunigung und den abgespeicherten Größen ermitteln. Gleiches gilt für die im folgenden beschriebene Ermittlung der Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$ .

[0025] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  aus der tatsächlichen Karosserieverformung  $s$  abgeleitet. Die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  ist im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten und aus dem Beschleunigungssignal durch Integration abgeleiteten Geschwindigkeitsabbau eine Größe, die direkt für die auf das Fahrzeug übertragene Aufprallenergie steht. Die Aufprallgeschwindigkeit kann nicht alleine aus einer gemessenen Beschleunigung abgeleitet werden, auch nicht unter Zuhilfenahme eines Geschwindigkeitsmessers des Fahrzeugs, da letzterer lediglich die Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeugs liefert, nicht jedoch die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$ , die sich aus der Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeugs und der Geschwindigkeit des Aufprallhindernisses richtungsabhängig additiv zusammensetzt.

[0026] Die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  wird aus der tatsächlichen Karosserieverformung  $s$  abgeleitet mit Hilfe der Gleichung (2):

$$s(t) = v_0 \cdot t + \int_0^t \int_0^t a(t) dt^2$$

mit  $s$  als tatsächliche Karosserieverformung,  $v_0$  als Aufprallgeschwindigkeit,  $a$  als Beschleunigung und  $t$  als Zeit.

[0027] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  auch auf andere Art gewonnen werden: Dazu wird die die Karosserieverformung  $s$  liefernde Gleichung (2) in Gleichung (1) eingesetzt. Gleichung (1) wird daraufhin nach der Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  aufgelöst. Das Auflösen der nichtlinearen Gleichung (1) kann dann durch iterative Schritte erfolgen. Dazu wird zunächst eine fiktive Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  gewählt und in die Gleichung (1) eingesetzt. Abhängig von der Abweichung auf der Arbeitskurve bei Lösung der Gleichung (1) mit dieser fiktiven Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  wird die fiktive Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  geändert. In mehreren iterativen Berechnungsschritten kann somit die reale Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  gewonnen werden. Die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  unterliegt damit einem rechentechnisch bedingten Einschwingvorgang. Vorzugsweise wird also eine gemittelte Aufprallgeschwindigkeit oder eine späte Aufprallgeschwindigkeit nach einem Einschwingvorgang als Grundlage für weitere Berechnungen verwendet.

[0028] Zum Auslösen des Insassenschutzmittels bieten sich unterschiedliche vorteilhafte Lösungen an: Zum einen kann das Insassenschutzmittel ausgelöst werden, wenn die Karosserieverformung einen Grenzwert überschreitet. Hierbei kann jedoch ein grenzwertiges Eindringen des Hindernisses infolge eines langsamen Aufpralls zu einem relativ späten Zeitpunkt ab Aufprallbeginn, welcher gewöhnlich durch das Überschreiten eines Mindestbeschleunigungswertes gekennzeichnet ist, erfolgen. Dadurch könnte der inzwischen weit vorverlagerte Insassen durch ein Auslösen des Insassenschutzmittels eher verletzt als geschützt werden. In vorteilhafter Weise wird also das Insassenschutzmittel nur dann ausgelöst, wenn der Karosserieverformungsgrenzwert innerhalb einer vorgegebenen Zeit ab Aufprallbeginn erreicht oder überschritten wird. Die Aufprallenergie spiegelt sich bei dieser Auslöseentscheidung also in der Schnelligkeit der Karosserieverformung wieder. Bei einem Aufprall mit hoher Geschwindigkeit erfolgt ein Auslösen zu einem frühen Zeitpunkt, da das Grenzmaß der Karosserieverformung schnell erreicht ist. Bei einem langsamen Aufprall, ggf. mit einer für eine lange Zeitspanne einwirkenden geringen Kraft wird das Grenzmaß der Karosserieverformung zu einem für ein Auslösen des Insassenschutzmittels zu späten Zeitpunkt erreicht.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird das Insassenschutzmittel dann ausgelöst, wenn die ermittelte Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zunächst eine noch zu erwartende En-

ergieaufnahme  $E_e$  für das Fahrzeug ermittelt nach der Gleichung:

$$E_e = \frac{m \cdot v_0^2}{2} - F(s) \quad \text{bzw.}$$

$$E_e = \frac{m}{2} \left( v_0 + \int_0^t a(t) dt \right)^2$$

[0031] Die Bedeutung der Größen erschließt sich aus dem Vorbeschriebenen.

[0032] Vorzugsweise wird dann eine Freigabe für das Insassenschutzmittel geliefert, wenn die tatsächliche Karosserieverformung  $s$  einen Grenzwert überschreitet und gleichzeitig die noch zu erwartende Energieaufnahme einen weiteren Grenzwert überschreitet. Qualitativ ist dieser Auslöseansatz dem vorhergehenden Auslöseansatz mit der zeitgrenzwertigen Karosserieverformung gleichzusetzen, da aufprallbedingt bei einer großen Karosserieverformung und einem noch hohen Maß an aufzunehmender Energie ein schwerer Aufprall vorliegen muß. Wird bei Überschreiten des Karosseriegrenzwertes jedoch nur ein noch geringes Maß an aufzunehmender Energie erwartet, so muß wohl ein langsamer Aufprall vorliegen und bereits erhebliche Zeit ab Aufprallbeginn verstrichen sein. Ein Auslösen wird dann nicht unterstützt.

[0033] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird eine Abschätzung für die Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  für einen zukünftigen Zeitpunkt  $t+\Delta t$  vorgenommen. Die Abschätzung erfolgt dabei nach Maßgabe von Gleichung (2):

$$\text{Gleichung (3): } s(t + \Delta t) = s(t) + \frac{ds}{dt} \Delta t = v_0 \cdot (t + \Delta t) + \int_0^{t+\Delta t} a(t + \Delta t) dt^2.$$

[0034] Die differentielle Änderung

$$\frac{ds}{dt} \Delta t$$

der Karosserieverformung in der zukünftigen Zeitspanne  $\Delta t$  ist aus dem bisherigen Karosserieverformungsverlauf z.B. durch Extrapolation – z.B. linear durch Tangentenbildung – etc. abschätzbar. Gleichung (3) kann damit nach der geschätzten, zukünftigen Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  aufgelöst werden.

[0035] Gleichzusetzen mit der geschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  und ebenfalls unter Schutz gestellt wird auch die Ermittlung einer geschätzten Geschwindigkeit  $v(t+\Delta t)$ , die sich durch zeitliche Integration der geschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  ergibt. Die Verwendung der geschätzten Geschwindigkeit  $v(t+\Delta t)$  anstelle der geschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  ist insofern von Vorteil als eine filternde Wirkung der geschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  eintritt.

[0036] Die abgeschätzte Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  oder der geschätzten Geschwindigkeit  $v(t+\Delta t)$  kann dabei in mehrfacher Hinsicht vorteilhaft verwendet werden:

Zum einen läßt sich unter Zuhilfenahme der abgeschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  eine abgeschätzte Insassenvorverlagerung  $x(t+\Delta t)$  für diesen zukünftigen Zeitpunkt  $t+\Delta t$  ermitteln. Die geschätzte Insassenvorverlagerung eines Fahrzeuginsassen wird nach Maßgabe der Gleichung

$$x(t + \Delta t) = \int_0^{t+\Delta t} a(t + \Delta t) dt^2$$

ermittelt.

[0037] Ein Auslösen des Insassenschutzmittels kann vorzugsweise auch dann eingeleitet werden, wenn aufprallbedingt eine aus der Beschleunigung abgeleitete Mindestinsassenvorverlagerung überschritten wird. Problem bei der Auslösung eines Airbags aufgrund der derart berechneten Vorverlagerung ist, daß ein Auslösebefehl zu einem frühen Zeitpunkt abgesetzt werden muß, da ein Aufblasen eines Frontairbags auf sein volles Volumen ca 30 ms Zeit beansprucht. Zum Auslösezeitpunkt muß also die Insassenvorverlagerung für einen Zeitpunkt 30 ms in die Zukunft abgeschätzt werden und anhand dieser geschätzten Vorverlagerung bewertet werden, ob eine Auslösung überhaupt erforderlich ist. Durch Verwendung der ermittelten abgeschätzten Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  kann auch die Insassenvorverlagerung  $x(t+\Delta t)$  vorteilhaft mit  $\Delta t$  von etwa 30 ms abgeschätzt werden und bei Überschreiten eines zugeordneten Grenzwertes damit eine Freigabe alleine oder zusammen mit anderen Kriterien für das Insassenschutzmittel bewirken.

[0038] Zum anderen läßt sich diese für einen zukünftigen Zeitpunkt abgeschätzte Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  vorteilhaft zur Präzisierung der Auslöseentscheidung oder zur Aufprallwinkelbestimmung verwenden.

[0039] In beiden Fällen sind im Speicher karosserieverformungsabhängige Arbeitskurven nicht nur für einen einzigen Aufprallwinkel abgespeichert, sondern für unterschiedliche Aufprallwinkel, z.B. für einen Frontalaufprall mit 0 Grad zur Fahrzeuginnenachse und für je einen Schrägaufprall mit  $\pm 30$  Grad zur Fahrzeuginnenachse.

achse. Da die Karosseriestruktur in den unterschiedlichen Richtungen unterschiedlich ausgebildet ist, ist auch der Arbeitsaufwand zum Erzielen einer Kraosserieverformung richtungsabhängig unterschiedlich. Die Arbeitskurven oder Polynome werden wie vorbeschrieben empirisch ermittelt, nun jedoch aufprallrichtungsabhängig. Mithin sind mehrere Arbeitskurven  $A_\alpha(s)$  abhängig vom Aufprallwinkel  $\alpha$  abgespeichert.

[0040] Zum Präzisieren des Auslöseverfahrens gilt es, in Unkenntnis des Aufprallwinkels  $\alpha$  bei einem realen Unfall bei der Berechnung der Karosseriedeformation  $s$  diejenige Arbeitskurve  $A(s)$  unter den winkelabhängigen Arbeitskurven  $A_\alpha(s)$  auszuwählen, deren zugrundegelegter Aufprallwinkel  $\alpha$  am geringsten von dem wahren Aufprallwinkel  $\alpha$  abweicht. Dabei wird die Beschleunigung  $a(t+\Delta t)$  zu einem zukünftigen Zeitpunkt anhand jeder winkelabhängigen Arbeitskurve  $A_\alpha(s)$  abgeschätzt. Als Resultat ergeben sich eine Anzahl von winkelabhängigen abgeschätzten Beschleunigungen  $a_\alpha(t+\Delta t)$  für einen zukünftigen Zeitpunkt. Wird der zukünftige Zeitpunkt  $t+\Delta t$  real erreicht, so werden die geschätzten Beschleunigungen  $a_\alpha(t+\Delta t)$  mit der dann durch den Beschleunigungssensor aufgenommenen realen Beschleunigung  $a$  verglichen.

[0041] Im folgenden kann zum einem in vorteilhafter Weise diejenige aufprallwinkelabhängige Arbeitskurve  $A_\alpha(s)$  für weitere Berechnungen verwendet werden, die die Grundlage für diejenige geschätzte Beschleunigung  $a_\alpha(t+\Delta t)$  bildet, die die geringste Abweichung von der aufgenommenen Beschleunigung  $a$  aufweist.

[0042] Zum anderen kann diese derart ermittelte aufprallwinkelabhängige Arbeitskurve  $A_\alpha(s)$  den Aufprallwinkel  $\alpha$  in etwa vorgeben. Dieser kann zur richtungsabhängigen Auswahl eines von mehreren Insassenschutzmitteln verwendet werden.

[0043] Vorzugsweise wird bei Vorliegen der vorgenannten Bedingungen das Insassenschutzmittel direkt ausgelöst. In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung dient jedoch das Überschreiten der Grenzwerte durch zugehörige Größen dem Umsetzen einer sogenannten Safing-Funktion, die bei Überschreiten der Grenzwerte ein Freigabesignal liefert. Dabei wird ein Aufprall zusätzlich mit anderen Mitteln bewertet, z.B. mit einem weiteren Beschleunigungssensor oder mit einem Crashesensor oder aber auch mit einem weiteren Auswerter oder mit einem weiteren Auslösealgorithmus. Diese weiteren Mittel liefern ein Auslösesignal. Das Auslösesignal wird UND-verknüpft mit dem von der erfindungsgemäßen Vorrichtung gelieferten Freigabesignal. Lediglich wenn beide Signale vorliegen, wird das Insassenschutzmittel ausgelöst. Gewöhnlich sind die Parameter der erfindungsgemäßen Vorrichtung derart bemessen, z.B. die Grenzwerte niedrig angesetzt, daß mit dem Freigabesignal ein Zeitfenster geschaffen wird, in dem das Auslösesignal zum bestmöglichen Zeitpunkt platziert werden kann.

[0044] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

#### Ausführungsbeispiel

[0045] Ausführungsbeispiele der Erfindung und ihrer Weiterbildungen werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0046] **Fig. 1** ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0047] **Fig. 2** einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0048] **Fig. 3** ein Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

[0049] **Fig. 4** ein dem Verfahren zugrundeliegendes Diagramm.

[0050] **Fig. 1** zeigt ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Beschleunigungssensor 1 einem Prozessor 2 mit einer Recheneinheit 21 und einem Speicher 22, vorzugsweise ein nichtflüchtiger Speicher wie ein EEPROM, und mit zwei mit dem Prozessor 2 verbundenen Insassenschutzmitteln 3.

[0051] Der Beschleunigungssensor 1 liefert die aufgenommene Beschleunigung  $a$  zur Auswertung an den Prozessor 2. Die Recheneinheit 21 ermittelt in vorbeschriebener Weise, ob ein Auslösen eines oder mehrerer der Insassenschutzmittel 3 erforderlich ist. Das Auslösen erfolgt durch ein Freigabesignal  $f$ .

[0052] Die Recheneinheit 21 bedient sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Speicher 22 abgelegter Größen, nämlich der Fahrzeugmasse  $m$  und der Funktion Arbeit  $A$  in Abhängigkeit der durch die Arbeit  $A$  in der Fahrzeugkarosserie in einer vorgegebenen Richtung erzielten Karosserieverformung  $s$ , die wie die Fahrzeugmasse  $m$  kraftfahrzeugspezifisch ist. Eine beispielhafte Arbeitskurve  $A(s)$  ist in **Fig. 4** gezeigt.

[0053] Gegebenenfalls sind winkelabhängig mehrere Arbeitskurven für Karosserieverformungen  $A_\alpha(s)$  im Speicher abgelegt, die von der Recheneinheit 21 in vorbeschriebener Weise verwendet werden können.

[0054] Dabei ist gemäß **Fig. 3**, die ein Kraftfahrzeug mit einer Fahrzeuglängsachse A-A' darstellt, ein beispielhafter Winkel  $\alpha$  zur Fahrzeuglängsachse A-A' eingezeichnet. Ebenfalls eingezeichnet ist eine beispielhafte Karosserieverformung  $s$ , ausgehend von einer fiktiven Stoßstange des Fahrzeugs entlang der Längsachse A-A' in der Knautschzone 4 des Fahrzeugs.

[0055] Der Beschleunigungssensor 1 wie auch der zugehörige Prozessor sind in einem gemeinsamen Steuergerät in etwa im Fahrzeugzentrum angeordnet.

[0056] **Fig. 2** zeigt einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens. Mit Schritt S0 wird das Insassenschutzsystem initialisiert und geht in den Zustand S1 über, bei dem es mit Schritt S2 permanent überprüft, ob die Beschleunigung  $a$  einen Mindestwert  $m_a$  überschritten hat, der einen Beginn der Aufprallberechnungen



nach sich zieht (j). Wird die Mindestbeschleunigung  $m_a$  erkannt (j), so wird im Schritt S2 die Karosserieverformung  $s$  in Abhängigkeit der Fahrzeugmasse  $m$ , der aufgenommen Beschleunigung  $a$  und der abgespeicherten Arbeitskurve  $A(s)$  nach vorstehenden Maßgaben errechnet, bevor im Schritt S4 ebenfalls nach vorstehenden Gleichungen die Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  als Funktion  $f$  der berechneten Karosserieverformung  $s$ , der Beschleunigung  $a$  und der Zeit  $t$  berechnet wird. Erweist sich die ermittelte Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  nach mehreren Berechnungsläufen im Schritt S5 stabil (j), so wird im Schritt S6 die noch zu erwartende abzubauenende Energie  $E_e$  als Funktion  $f$  beispielsweise der Fahrzeugmasse  $m$ , der Aufprallgeschwindigkeit  $v_0$  und der Beschleunigung  $a$  ermittelt. Ist die Aufprallgeschwindigkeit im Schritt S5 noch nicht stabil (n), so ist ein erneuter Berechnungszyklus mit den Schritten S3 und S4 erforderlich.

[0057] Das Auslösekriterium für das Insassenschutzmittel wird in Schritt S7 überprüft: Überschreiten die Karosserieverformung  $s$  und die zu erwartende Energie  $E_e$  zugehörige Grenzwerte  $G1$  und  $G2$  (j), so wird im Schritt S8 das Insassenschutzmittel ausgelöst. Ist mindestens einer der Grenzwerte  $G1$  oder  $G2$  nicht durch das zugeordnete Signal überschritten (n), so wird zu einem weiteren Zeitpunkt die Karosserieverformung  $s$  neu berechnet.

[0058] Die Grenzwerte  $G1$  und/oder  $G2$  können konstant oder variabel ausgebildet sein.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeugs, bei dem die Fahrzeugmasse ( $m$ ) als Rechengröße bereitgestellt wird, bei dem eine Abhängigkeit zwischen einer Karosserieverformung ( $s$ ) und der dafür zu leistenden Arbeit ( $A(s)$ ) bereitgestellt wird, bei dem die Fahrzeugbeschleunigung ( $a$ ) aufgenommen wird, und bei dem das Insassenschutzmittel (3) abhängig von der Fahrzeugmasse ( $m$ ), der Arbeit ( $A(s)$ ) und der Beschleunigung ( $a$ ) gesteuert wird, und bei dem die tatsächliche Karosserieverformung ( $s$ ) abhängig von der Beschleunigung ( $a$ ), der Arbeit ( $A$ ) und der Fahrzeugmasse ( $m$ ) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die tatsächliche Karosserieverformung ( $s$ ) abgeleitet wird aus der Gleichung

$$A(s) = \int_0^s m \cdot a(s) ds$$

mit  $m$  als Fahrzeugmasse,  $a$  als Beschleunigung,  $s$  als Karosserieverformung und  $A$  der dafür erforderlichen Arbeit.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Insassenschutzmittel (3) abhängig von der tatsächlichen Karosserieverformung ( $s$ ) oder einer daraus abgeleiteten Größe gesteuert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Aufprallgeschwindigkeit ( $v_0$ ) abhängig von der Beschleunigung ( $a$ ), der Arbeit ( $A$ ) und der Fahrzeugmasse ( $m$ ) ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Insassenschutzmittel (3) abhängig von der ermittelten Aufprallgeschwindigkeit ( $v_0$ ) oder einer daraus abgeleiteten Größe gesteuert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2 und nach Anspruch 4, bei dem die Aufprallgeschwindigkeit ( $v_0$ ) aus der tatsächlichen Karosserieverformung ( $s$ ) abgeleitet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Aufprallgeschwindigkeit ( $v_0$ ) aus der tatsächlichen Karosserieverformung ( $s$ ) abgeleitet wird aus der Gleichung

$$s(t) = v_0 \cdot t + \int_0^t a(t) dt$$

mit  $s$  als tatsächliche Karosserieverformung,  $v_0$  als Aufprallgeschwindigkeit,  $a$  als Beschleunigung und  $t$  als Zeit.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei dem die Aufprallgeschwindigkeit ( $v_0$ ) zu mehreren Zeitpunkten ( $t$ ) berechnet wird, und bei dem eine gemittelte Aufprallgeschwindigkeit oder eine späte Aufprallgeschwindigkeit nach einem Einschwingvorgang als Grundlage für weitere Berechnungen verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine noch zu erwartende Energieaufnahme ( $E_e$ ) für das Fahrzeug ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die zu erwartende Energieaufnahme ( $E_e$ ) ermittelt wird nach der Gleichung:

$$E_e = \frac{m}{2} \cdot (v_0 + \int_0^t a(t) dt)^2$$

11. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem eine Freigabe (f) für das Insassenschutzmittel (3) geliefert wird, wenn die tatsächliche Karosserieverformung (s) innerhalb einer vorgegebenen Zeit ab Aufprallbeginn einen Grenzwert (G1) überschreitet.

12. Verfahren nach Anspruch 3 und Anspruch 9 oder Anspruch 10, bei dem eine Freigabe (f) für das Insassenschutzmittel (3) geliefert wird, wenn die tatsächliche Karosserieverformung (s) einen Grenzwert (G1) überschreitet und gleichzeitig die noch zu erwartende Energieaufnahme ( $E_e$ ) einen weiteren Grenzwert (G2) überschreitet.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Abschätzung einer Beschleunigung ( $a(t+\Delta t)$ ) für einen zukünftigen Zeitpunkt ( $t+\Delta t$ ) erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem unter Zuhilfenahme der abgeschätzten Beschleunigung ( $a(t+\Delta t)$ ) eine abgeschätzte Insassenvorverlagerung ( $x(t+\Delta t)$ ) für diesen zukünftigen Zeitpunkt ( $t+\Delta t$ ) ermittelt wird, und bei dem eine Freigabe (f) für das Insassenschutzmittel (3) geliefert wird, wenn die zukünftige Insassenvorverlagerung ( $x(t+\Delta t)$ ) einen Schwellwert überschreitet.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, bei dem die Abhängigkeit zwischen der Karosserieverformung (s) und der dafür zu leistenden Arbeit ( $A(s)$ ) aufprallwinkelabhängig ( $A_\alpha(s)$ ) bereitgestellt wird, bei dem eine zukünftige Beschleunigung für jede winkelabhängige Arbeit abgeschätzt wird, und bei der eine Abschätzung der Beschleunigung ( $a_\alpha(t+\Delta t)$ ) für den zukünftigen Zeitpunkt ( $t+\Delta t$ ) erfolgt auf Grundlage jeder bereitgestellten aufprallwinkelabhängigen Arbeitskurve ( $A_\alpha(s)$ ), und bei dem die zu dem zukünftigen Zeitpunkt ( $t+\Delta t$ ) aufgenommene Beschleunigung (a) mit den geschätzten Beschleunigungen ( $a_\alpha(t+\Delta t)$ ) verglichen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem diejenige aufprallwinkelabhängige Arbeitskurve ( $A_\alpha(s)$ ) für weitere Berechnungen verwendet wird, die die Grundlage für diejenige geschätzte Beschleunigung ( $a_\alpha(t+\Delta t)$ ) bildet, die die geringste Abweichung von der aufgenommenen Beschleunigung (a) aufweist.

17. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem diejenige aufprallwinkelabhängige Arbeitskurve ( $A_\alpha(s)$ ) den Aufprallwinkel ( $\alpha$ ) vorgibt, die die Grundlage für diejenige geschätzte Beschleunigung ( $a_\alpha(t+\Delta t)$ ) bildet, die die geringste Abweichung von der aufgenommenen Beschleunigung (a) aufweist, und bei dem abhängig von dem derart ermittelten Aufprallwinkel ( $\alpha$ ) ein Insassenschutzmittel (3) gesteuert wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die für eine Karosserieverformung (s) zu leistende Arbeit ( $A(s)$ ) bei einem Crashversuch ermittelt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem die für eine Karosserieverformung (s) zu leistende Arbeit ( $A(s)$ ) bei einem Crashversuch mit einer hohen Aufprallgeschwindigkeit und bei einem Crashversuch mit einer niedrigen Aufprallgeschwindigkeit ermittelt wird.

20. Vorrichtung zum Steuern eines Insassenschutzmittels eines Fahrzeugs, mit einem Beschleunigungssensor (1) zum Aufnehmen einer Fahrzeugbeschleunigung (a), mit einem Speicher (22), in dem die Fahrzeugmasse (m) und die Abhängigkeit zwischen einer Karosserieverformung (s) und der dafür zu leistenden Arbeit ( $A(s)$ ) gespeichert ist, und mit einer Recheneinheit (21) zum Steuern des Insassenschutzmittels (3) abhängig von der Beschleunigung (a), der Arbeit (A) und der Fahrzeugmasse (m).

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

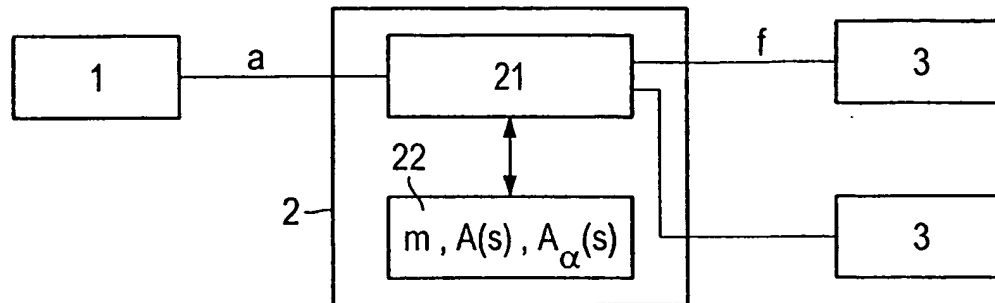


FIG 2

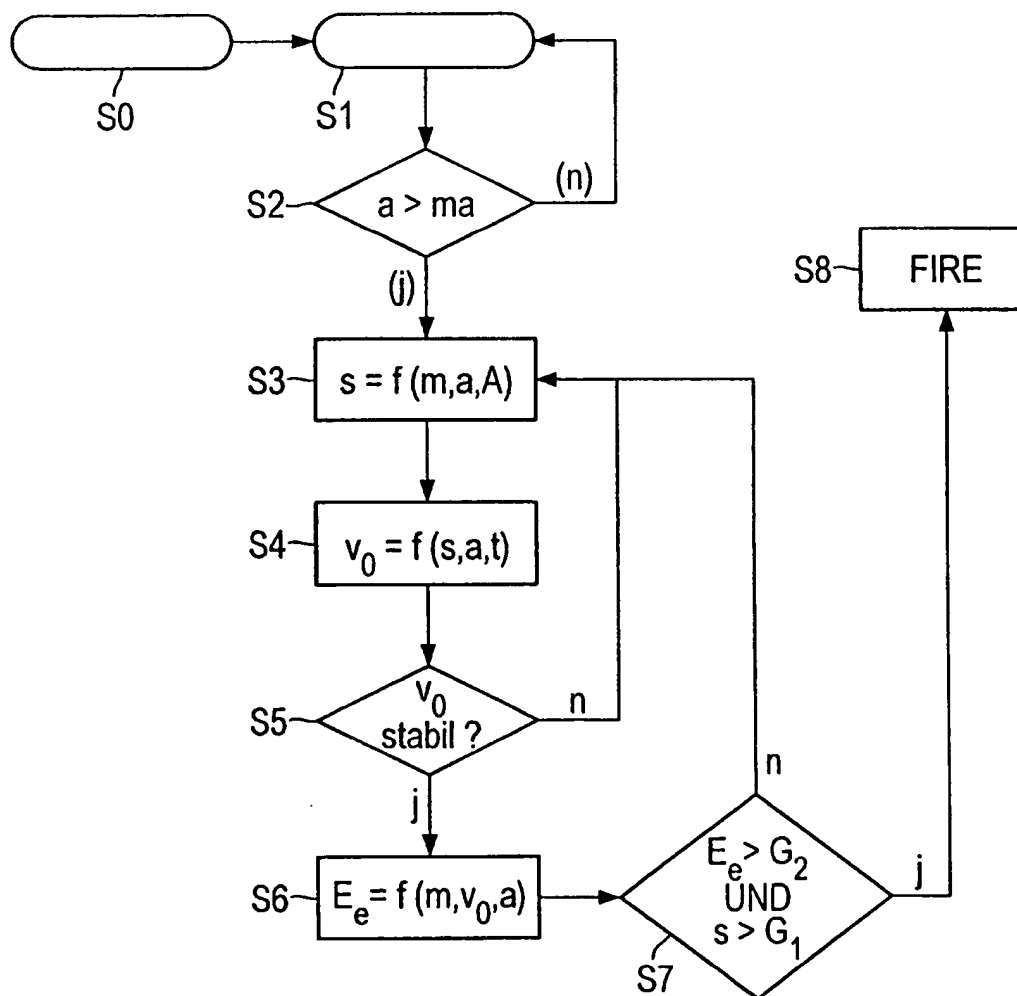


FIG 3

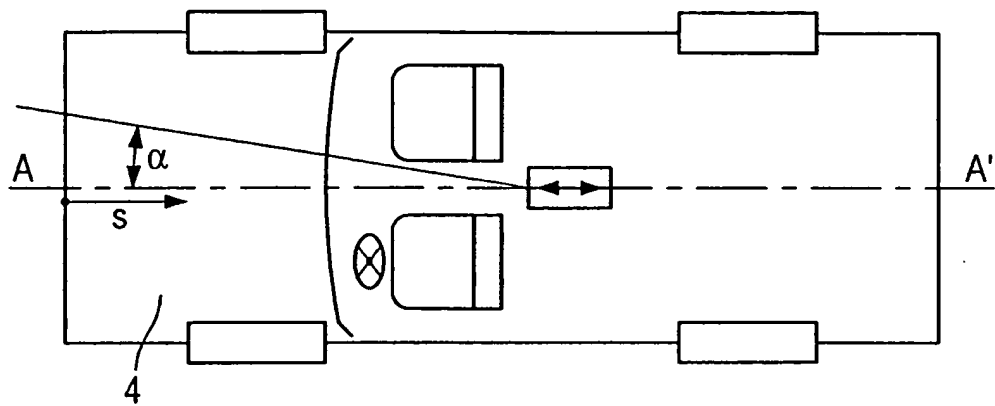


FIG 4

